Die Erzlagerstätten der Dolomiten und Venetiens

I. Der Kiesstock von Agordo

Von

Alexander Tornquist (Graz)

(Mit 2 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 23. November 1933)

Sowohl Bergeat[1] als auch Beyschlag, Krusch und Vogt[2] haben die Genesis des in der Literatur wiederholt beschriebenen Kiesstockes des Imperinatals südlich Agordo in den venetianischen Alpen als noch ungeklärt bezeichnet. Die letzteren ordneten ihn in die Gruppe der »intrusiven Kiesstöcke« ein und hielten ihn aller Wahrscheinlichkeit nach für ein magmatisches Differentiationsprodukt saurer Gesteine. Beck[3] sprach sich meines Wissens als erster gegen die Ansicht aus, Kiesstöcke von der Art der Agordoer Kiesstöcke aus Sulfidmagmen, welche von den Silikatmagmen abgequetscht worden sind, herzuleiten. Er hat sie auf überkritische konzentrierte Exhalationen — also auf Bildungen hydrothermaler Entstehung — zurückgeführt. Einen ähnlichen Standpunkt hat später auch Berg[4] bei der Besprechung der Schwefelkieslager von Sulitelma eingenommen.

Von den in den Ostalpen auftretenden Kiesstöcken ist der große Kiesstock von Agordo der bekannteste und in der geologischen und montanistischen Literatur häufigst genannte. Die Pyritstöcke von Tessenberg-Panzendorf im obersten Drautal in Osttirol sind unbekannter geblieben, gleichwohl durch zeitweiligen Bergbau gut aufgeschlossen worden.

Die erzmikroskopische Untersuchung von mir während meines Aufenthaltes in Agordo im Jahre 1932 geschlagener Erzstufen im Imperinatal bei Agordo konnte nun zunächst zu einer klaren Erfassung der Genesis des Kiesstockes von Agordo führen.

Geologische Position des Kiesstockes.

Unter den zahlreichen Beschreibungen des Kiesstockes sind diejenigen von B. Walter[5] aus dem Jahre 1863 und von A. Schmidt[6]

---

[1] Die Erzlagerstätten, I, 1904, p. 281. Hier ausführliche Literatur.

[2] Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine, I, 1910. p. 326. Ebenfalls mit ausführlicher Literatur.

[3] Abriß der Lehre von den Erzlagerstätten, 1922, p. 289.

[4] Die Entstehung der Schwefelkieslager, insbesondere derjenigen von Sulitelma. Forschungen und Fortschritte. Berlin, V, 1929, p. 334.

[5] Beitrag zur Kenntnis der Erzlagerstätte von Agordo. Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen, Wien, *11*, 1863.

[6] Geogn.-bergm. Skizze über den Kiesstock von Agordo. Berg- u. Hüttenm. Zeitung, Leipzig, *26*, 1867.

aus dem Jahre 1867 die eingehendsten. In den sechziger Jahren erreichte der auf Jahrhunderte zurückgehende Bergbau vorübergehend wieder einen größeren Umfang. Es wurden bemerkenswerte Aufschlüsse besonders durch den Hoffnungsbau gemacht, die heute nicht mehr zugänglich sind.

Im Imperinatal sind eine Anzahl von voneinander getrennter Kiesstöcke bekannt, von denen aber nur der größte, der dem Ausgang des Imperinatals in das Cordevoletal nächstgelegene, in Abbau gestanden hat und genauer bekannt wurde. Die geologische Position des Haupterzstockes, welcher die Gestalt einer im Streichen (nach $15^h\,5°$) ausgezogenen Linse besitzt, und der sie im Streichen begleitenden kleineren Linsen ist dadurch charakterisiert, daß sie sich knapp nördlich des östlichen Endes der bekannten, aus SW streichenden Val-Sugana-Störung befinden, welche als scharfe tektonische Linie den Charakter einer gegen N einfallenden Überschiebungsfläche besitzt. An dieser Störung treten weiter westlich auch andere Erzlagerstätten auf, wie die Fahlerz-Bleiglanz-Lagerstätte von Asinozza, die Zinnober-Lagerstätte von Sagron sowie Levico, deren Beziehungen zur Sugana-Störung aber keineswegs die gleichen sind; so halte ich die Zinnober-Lagerstätte durch späte aszendente Zementation entstanden.

Die Kiesstöcke von Agordo treten am Südrand des Aufbruches der paläozoischen Schieferzone auf, welche sich aus der Hülle des Cima-d'Asta-Stockes über Fiera di Primiero gegen NO über den Col di Piago—Monte Gardelbon—Col Amerolo—Rivamonte bis zum Cordevoletal südlich Agordo erstreckt. Von Sagron, südlich des Col di Piago bis ins obere Imperinatal folgt die Südgrenze der Schieferzone der Sugana-Störung. Vor dem Erreichen des Cordevoletals schiebt sich auf der Südflanke des Imperinatals ein kurzer Keil von Werfener Schiefer und Muschelkalk zwischen die Schieferzone im N und dem im S von der Sugana-Störung erscheinenden Dachsteinkalk des Monte Pizzo.

An der steil aufgerichteten, stellenweise überkippten Grenze zwischen diesem Triaskeil und den paläozoischen Schiefern, und zwar in letzteren, befinden sich die Kiesstöcke von Agordo. Bei der Aufrichtung des Gebirges ist es an dieser Grenzzone zu starken Gesteinsverlagerungen gekommen. Die Werfener Schiefer, welche an der Einmündung des Imperinatals in das Cordevoletal in bedeutender Mächtigkeit anstehen, sind gegen O immer stärker verdrückt worden, das Gipslager des Hangenden der Werfener ist nur untertags aufgeschlossen worden, wo es aber auch stellenweise ausgequetscht ist, an anderen Stellen aber unmittelbar an den Erzschiefer stößt und auch stark angeschoppt erscheint. Der Muschelkalk stößt mit festen Kalkbänken im hohen Niveau des Barbara-Stollens unmittelbar an den Schiefer, ebenso an der Sohle des Hauptschachtes am unteren Ende des Kiesstockes (vgl. die Profile und Horizontalschnitte der Grubenaufschlüsse bei Schmidt). Von diesen Verhältnissen ist die Form des Hauptkiesstockes abhängig.

Dieser sehr stark dislozierten Lagerung der unteren Trias gegenüber bildet der Kiesstock selbst ein Ganzes, er ist wohl von Harnischen und Ruscheln durchzogen, nicht aber von bemerkenswerten Dislokationen. Der große Kiesstock, auf welchen der Abbau mit Unterbrechungen seit Jahrhunderten umgegangen ist, ist den stellenweise stark kleingefalteten Schiefern so eingelagert, daß diese den Stock keineswegs regelmäßig umlagern, sondern seiner ab- und anschwellenden Form nur im großen folgen, aber auch Zungen und Züge in ihn hineinschieben.

Der Kiesstock ist im großen und ganzen parallel der Grenzzone im Schiefer gelagert, er taucht in seiner größten Erstreckung schief in den Schiefer ein. Die Achse seiner größten Tiefenerstreckung fällt mit 22° in NO, seine streichende Erstreckung beträgt zirka 500 *m* im Maximum, seine schräge Erstreckung im Fallen erreicht ungefähr den gleichen Betrag, so daß sein tiefstes Ende in einer Teufe von 220 *m* liegt. Die Mächtigkeit des Kiesstockes ist sehr starken Schwankungen unterworfen, sein Querschnitt ist in den verschiedenen Teufen, wie es die Horizontalschnitte bei Walter zeigen, ein stark wechselnder. In den oberen Teufen zeigt er zwei annähernd gleich große Anschwellungen, welche durch eine schmale Kieszunge verbunden sind, während er sich nach der Teufe zu, unter Abnahme der streichenden Länge, einheitlich zusammenschließt. Seine Außenränder, ebenso sein unteres Ende zeigen schlierige gerundete Formen. Die Entfernung des Kiesstockes von der Triasgrenze ist sowohl im Streichen als auch im Verflächen starken Schwankungen ausgesetzt, ist aber stets gering. Als Regel gilt, daß die Mächtigkeit des Kiesstockes dort am geringsten ist, wo die festen Bänke des Muschelkalkes unmittelbar an den Schiefer stoßen und dort am größten, wo die Werfener Schiefer mit dem Gipshorizont die größte Mächtigkeit besitzen. Die Gestalt des Kiesstockes erscheint demnach abhängig von den lokalen Druckkräften, welche bei der Aufrichtung der Schichtenfolge am Schiefer/Triaskontakt geherrscht haben.

Der Kiesstock kann daher bei der Auslösung der Sugana-Störung noch nicht in seiner heutigen Gestalt bestanden haben. Zumindest seine Gestalt ist durch die Druckkräfte, welche bei der Auslösung der Störung mobilisiert wurden, geregelt worden. Damit ist allerdings der Zeitpunkt der Vererzung des Kiesstockes noch nicht bestimmt, hierüber kann nur die erzmikroskopisch zu ermittelnde Struktur seines Erzes Aufschluß geben.

Von jeher hat die intensive Veränderung, welche die Schiefer am Erzstock erfahren haben, Beachtung gefunden. Das Erz ist von einer in der Breite schwankenden Zone von lichten, vollständig serizitisierten Schiefern umhüllt, welche in der Literatur bisher als Talkschiefer beschrieben worden sind. Diese serizitisierten Schiefer werden nach außen wiederum von einer schwarzen, graphitreichen Schieferzone umgeben.

Die lichten, serizitisierten Schiefer sind stellenweise von kleinen und größeren isolierten Pyritkrystallen imprägniert, sie sind dann

seit altersher als Matton (Narr) bezeichnet worden; in dieser Ausbildung dringen sie auch in Zungen und Zügen in den Erzkörper ein.

Die Umbildung der Schiefer zu Matton und Graphitschiefer erfolgte, wie später gezeigt wird, gleichzeitig mit der Pyritbildung. Es ist auch anderwärts schon beobachtet worden,[1] daß aus bitumenhältigem Gestein bei der Auslösung des Vererzungsvorganges zunächst eine Verdrängung des Bitumen aus dem Gestein in das Nebengestein hinein erfolgte, wo es sich entweder als flüssiges Bitumen oder in Form von Graphit angesammelt hat. Aus den bituminösen Tonschiefern des Imperinatals wurde das Bitumen vom Erzkörper fort in die benachbarte Schieferzone abgedrängt und ist dort als Graphit angesammelt. Diesem Vorgang folgt dann die Serizitisierung der Schiefer durch die K-hältige Therme der Vererzung, welche neben der Serizitbildung auch Pyrit in den Schiefer abzusetzen begann. Die Umwandlung der Schiefer ist also auf hydrothermalem Weg vor sich gegangen und müssen die Thermen, da es sich um starke Zufuhr von K in das Gestein gehandelt hat, magmatischen Ursprungs gewesen sein. An eine spätere deszendente Umwandlung des Schiefers durch absteigende Sulfatwässer aus der Verwitterungszone des Kiesstockes ist nicht zu denken. Die auch in den oberen Teilen des Kiesstockes stets scharfen Grenzen der vorstehenden Köpfe des Kiesstockes gegen den Schiefer sprechen klar gegen eine solche Annahme, bei welcher der Ursprung des in die Schiefer eingeführten K auch rätselhaft bliebe.

Die Erzfüllung.

Der Kiesstock besteht fast zur Gänze aus einem grauen bis graugrünlichen Pyriterz, in welches stets einzelne untergeordnete bis kleinste Quarz- und Eisenkarbonatpartien von unregelmäßiger Gestalt eingeschlossen sind. Neben Zügen von »Matton« finden sich auch isolierte Schmitzen dieses pyritführenden Serizitgesteins im Kiesstock vor.

Das Pyriterz ist stets Cu-führend. Der Cu-Gehalt schwankt aber in weiten Grenzen. Der Cu-Gehalt betrug nach älteren Roherzanalysen im Durchschnitt 2%, er stieg aber in beträchtlichen Partien des Kiesstockes auf 4% und kann sich lokal auf 30% steigern. Die erzmikroskopische Untersuchung und die mikrochemische Untersuchung unter dem Mikroskop ausgelesenen reinen Pyrits ergab, daß der Cu-Gehalt des Erzes ganz allein auf die mehr oder minder große Menge des zwischen dem Pyrit vorhandenen Chalcopyrits zurückzuführen ist. In über 10% Cu-Gehalt ist der Kupferkies schon makroskopisch sichtbar. Je grüner die Farbe des Roherzes ist, um so höher ist sein Cu-Gehalt.

Ebenfalls diffus, sowohl in vereinzelten Partien inmitten des Kiesstockes, vor allem in den Randpartien, findet sich Sphalerit

[1] A. Tornquist, Die Vererzung der Zink-Bleierz-Lagerstätte von Raibl. Jahrb. d. Geol. Bundesanst., Wien 1931, p. 143.

angereichert, makroskopisch meist als schwarze Blende, selten als gelbbraune Blende. Ähnlich erscheint Galenit, dessen Silbergehalt um 300 *g/t* PbS schwankt. Als Gangart tritt neben dem erwähnten Quarz in Zügen und Adern Ankerit mit seltenem Siderit auf.

Als seltener Einschluß konnte Arsenopyrit nur erzmikroskopisch festgestellt werden.

Ältere Analysen[1] haben ferner die Anwesenheit von Sn, Mn, Sb und Co im Erz nachweisen können. Der Zinngehalt konnte erzmikroskopisch auf im Erzkörper in großer Verbreitung auftretenden,

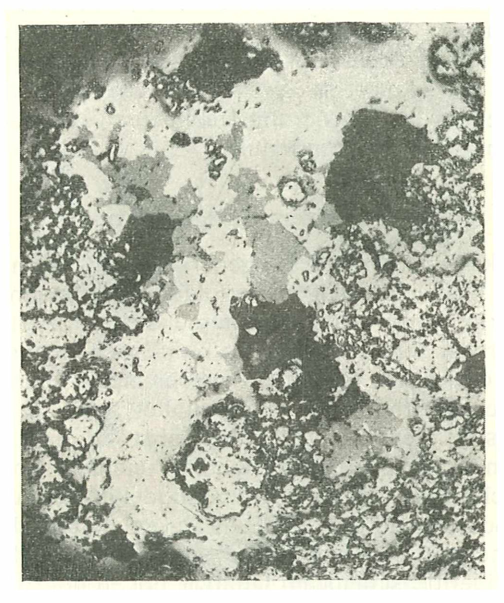


Fig. 1. Normale Struktur hydrothermaler Phasenvererzung. Primär unverzwillingter Chalcopyrit (weiß) mit in ihm eingeschlossenen, gleichzeitig gebildeten Sphalerit (grau). Beide Erze nichttektonisch deformiert. Auf linker und rechter Bildseite Chalcopyrit als Bindemittel in tektonisch stärkst zerdrückten Pyritmylonit eingedrungen. Anschliff vergr. 110×.

bisher aber unbekannt gebliebenen Cassiderit zurückgeführt werden. Ein in den älteren Analysen nachgewiesener geringer Au-Gehalt dürfte, ebenso wie der Co-Gehalt, auf den Arsenopyrit, das Mn auf den Siderit und Ankerit zurückzuführen sein.

Die erzmikroskopische Untersuchung.

Die Untersuchung bezog sich auf normales Pyriterz des Kiesstockes und auf Stufen komplexer Erze, welche der Randzone des Kiesstockes entnommen waren. Letztere ergaben natürlich die wertvollsten Ergebnisse, die Anschliffe dieser Stufen zeigen ausgezeichnete Erzstrukturen.

[1] Vgl. Schöffel, Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen, 1862, p. 177.

In den Anschliffen tritt stets der Hauptcharakter des Erzes, die durch intensivste Zerdrückung und Zertrümmerung des Pyrits hervorgerufene Brecciennatur des Erzes hervor. Die Zerdrückung des Pyrits kann bis zu einer Feinkörnigkeit geführt haben, in der die Auflösung der Breccie nur unter stärkster Vergrößerung — über 1000 lin. — erfolgen kann. Da die Zertrümmerung und intensive Bewegung des Erzstockes nach der Bildung der Eisensulfide erfolgt ist, so tritt in der Struktur auch der randlichen Erzpartien, ebenso wie im normalen Pyriterz, das Vorhandensein einer älteren und einer jüngeren Erzgeneration als Grundstruktur überall klar hervor. Allerdings ist es bei dem Absatz der jüngeren Erzgeneration immer wieder zu einer Zertrümmerung des Erzkörpers gekommen, welche aber in ihrem Ausmaß die Hauptbewegung nicht erreicht hat. Die Struktur des beim Abschluß der Vererzung gebildeten Bleiglanzes zeigt nur eine sehr geringe Druckveränderung.

a) Die ältere Erzgeneration.

Die Struktur der ersten Erzgeneration läßt sich am besten in jenen seltenen kleinen Erzzügen verfolgen, welche im Gegensatz zu den benachbarten und die Hauptmasse des Erzkörpers bildenden zerdrückten Erzen, ihre primäre Struktur noch fast erhalten haben.

Es sind dies Quarzzüge, in welche noch kleine vielgestaltige serizitisierte Schieferfragmente eingeschaltet sind. Diese Quarzzüge enthalten, stets in feinster Verteilung aber in großer Verbreitung, Cassiderit und makroskopisch sichtbar reichlich unverletzte Pyritkrystalle, welche zumeist als Pentagondodekaeder ausgebildet sind. Es hat den Anschein, daß die reichliche Ausscheidung dieses Quarzes I eine Zertrümmerung dieser Erzzüge stellenweise verhindert hat.

Der Cassiderit erscheint im Quarz I nur in mikroskopisch feiner, netzförmiger Durchaderung des Quarzes, findet sich in diesem aber sehr verbreitet; die hellere Reflexion des Zinnerzes und seine große Härte neben der gut erkennbaren Anisotropie läßt die Züge leicht von Quarz unterscheiden. Die mikrochemische Untersuchung auf Sn mit CsCl bestätigte die erzmikroskopische Bestimmung. Die Salbänder der winzig dünnen Cassideritadern zeigen zumeist eine leichte Lösung des Quarzes bei der Casideritausscheidung, so daß häufig vom benachbarten Quarz abgetrennte Reste im Cassiderit eingeschlossen sind. Die Cassideritzüge folgen nur selten den Grenzen der in diesem Quarz I eingeschlossenen vollkrystallin entwickelten Pyritindividuen, sie durchziehen den Quarz in seiner ganzen Ausdehnung.

Der Pyrit erscheint in diesem Zug als Pentagondodekaeder in quarzärmeren Zügen auch in Hexaedern.

Ganz überwiegend ist der Pyrit normal isotrop, jedoch findet sich, und zwar sowohl bei Pyritwürfeln als auch bei Pyrit-Pentagondodekaedern auch schwache Anisotropie. Die mikrochemische Untersuchung ergab sodann As-Gehalt, während kein Cu, Ni und Co nachzuweisen war.

b) Die jüngere Erzgeneration.

Der Cassideritquarz mit seinem Pyrit kann in bestimmten Lagerstättenzügen von einem jüngeren Quarz II durchzogen sein; dieser Quarz ist stets frei von Cassiderit, in ihm finden sich sporadisch größere, stets idiomorph begrenzte, unverletzte Arsenopyritpyramiden eingestreut. Vor dem Absatz dieses Quarzes ist es zu einer sehr intensiven Zertrümmerung der Lagerstätte gekommen, so daß der Quarz II mit dem Arsenopyrit verbreitet als

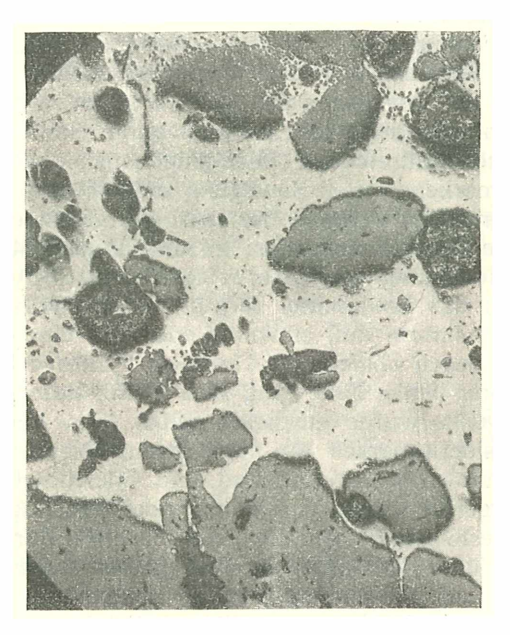


Fig. 2. Normale, tektonisch nicht gestörte Struktur hydrothermaler Phasenvererzung. Galenit (weißgrau) und von Galenit begleiteter Ankerit drang an Klüftchen (grauschwarz, Mitte des unteren Bildrandes) in Sphalerit ein, verdrängte diesen bis auf feinste Resorptionsreste (grau, oben). In den Sulfiden letzte Pyritreste (narbig, Relief). Anschliff vergr. 110×.

feinstverteiltes Bindemittel in einer feinstkörnig zerbrochenen Pyritbreccie auftritt; es sind dann Erze zustande gekommen, in denen Pyrit aufs innigste mit Quarz vermengt ist. In dieser Breccie ist es nur zu einer untergeordneten Anlösung der meist noch eckig und kantig begrenzten Pyritbrocken gekommen. In einzelnen Zügen ist diese Ausbildung der Erze noch vollständig intakt erhalten; in anderen sind dagegen später aufs neue andere Minerale als Bindemittel eingedrungen, so vor allem die später zu erwähnenden Ankerit und Kupferkies. Im Arsenopyrit ließ sich mikrochemisch ein geringer Gehalt von Co nachweisen. Der in der obenerwähnten alten Analyse auftretende Co-Gehalt dürfte daher aus Erzen stammen, welche reicher an Arsenopyrit waren als die mir vorliegenden und in denen möglicherweise

auch Colbaltit vorhanden gewesen war. Auch der nachgewiesene, sehr geringe Au-Gehalt darf auf den Arsenopyrit zurückgeführt werden.

Die Lagerstätte muß auch nach dem Erscheinen des Quarzes II mit dem Arsenopyrit von einer wiederholten intensiven Zertrümmerung betroffen worden sein, denn die nachfolgenden Erze mit ihren Gangarten, vor allem Sphalerit und dann Chalcopyrit mit Ankerit und Siderit, treten stellenweise wiederum als Bindemittel in feinstkörnig zertrümmertem Pyritgemenge auf. Unter den folgenden Erzen konnten nur die verbreiteten Sphalerit, Chalcopyrit und Galenit aufgefunden werden; sorgfältige Bemühungen, seltenere Erze, etwa Sulfosantimoniate oder Arseniate aufzufinden, verliefen resultatlos.[1] Während der Ausscheidung des Sphalerit und des Chalcopyrit hielt die Bewegung in der Lagerstätte an, erst gegen das Ende der Chalcopyritbildung und während der Galenitbildung kam die Bewegung zum Abschluß, so daß die in den Erzen auftretenden Galenitzüge auch nach ihrer Bildung von keiner bemerkenswerten Bewegung mehr betroffen worden sind.

Der gegenseitige Verband der jüngeren Sulfide läßt ihre Ausscheidungsfolge deutlich erkennen. In ausgiebigem Maße ist es zunächst zur Ausscheidung von Sphalerit und Chalcopyrit gekommen, welche zumeist das Bindemittel zertrümmerten Pyrits bildet; selten treten beide gemeinsam auf, es wurde entweder eine durch Sphalerit verkittete oder durch Chalcopyrit verkittete Pyritbreccie gebildet. Mit der Ausscheidung beider Erze ging eine starke Resorption von Pyrit einher, auch Quarz wurde ausgiebig gelöst, ohne daß es aber bei jener des Cassideritquarzes zu einer nachweisbaren Bildung von Zinnkies gekommen wäre. Sphalerit und Chalcopyrit können den Pyrit so stark gelöst haben, daß sie nur noch von Zügen und Partien so feiner Pyritreste durchzogen sind, daß diese nur durch allerstärkste Vergrößerung (über 1000fach) noch aufgelöst werden können. In diesen Fällen ist es zur Bildung derberer Sphalerit- oder Chalcopyritmassen gekommen. Es kam zur Bildung lichtbrauner Blende ohne Chalcopyriteinschlüsse, sodann setzte eine ständig zunehmende Chalcopyritausscheidung ein, zunächst treten kleine, unregelmäßige, in der Blende verteilte Chalcopyriteinschlüsse auf, dann wurden größere Chalcopyritpartien in der Blende ausgeschieden, sodann kam es zur Ausbildung von derben Chalcopyritadern im Sphalerit, schließlich bildete sich derber Chalcopyrit, in welchem isolierte, krystallin begrenzte Sphaleritpartien schwimmen, und dann findet sich eine Pyritbreccie, welche allein von Chalcopyrit dicht durchzogen wurde und an welcher die besonders intensive Resorption des Pyrits während des Aufbaues des Chalcopyrits zu beobachten ist (Fig. 1).

Mit der Blende wurde noch spärlich neuer Quarz III ausgeschieden, welcher idiomorph in diese eingeschlossen erscheint. Mit dem Chalcopyrit wurde dagegen Ankerit gebildet. Dieses Karbonat ist in krystallin begrenzten Partien im Kupferkies eingeschlossen, es

---

[1] Im Gegensatz zu anderen Lagerstätten Südtirols, wie der ob Fontan südlich San Martino di Castrozzo, deren Beschreibung folgen wird.

ist aber stellenweise auch idiomorpher Kupferkies im Ankerit vorhanden. Der Ankerit wird im Anschliff nur langsam von Säuren gelöst, er wird durch alizerinsulfosaures Natron violett gefärbt, seine Anisotropie ist stark, seine Struktur stets feinkörnig. Die Anschliffe zeigen neben ihm wenn auch seltener von Säuren — selbst heißer HCl — nicht angreifbaren, sehr stark anisotropen Siderit. Dort, wo der Ankerit nur von wenig Chalcopyrit begleitet ist, bildet dieser — und das ist nicht selten — das alleinige Zement der Pyritbreccie.

Die Blende nimmt, mit schwefelsaurem Permanganat behandelt, ausgezeichnete Ätzstruktur an, welche die bekannte starke Verzwilligung aufweist. Dagegen konnte beim Chalcopyrit weder unter + N noch auch auf angeätzten Anschliffen primär gebildete Zwillingsstruktur erkannt werden; sehr vereinzelte Kupferkieskörner lassen eine einfache Zwillingslamellierung erkennen, welche, da sie den Grenzen benachbarter Quarzpartien parallel verläuft, auf sekundäre Druckwirkung zurückzuführen ist.

Die Ausbildung des Sphalerits und Chalcopyrits läßt bis zur Bildung der derben Chalcopyritzüge eine während ihres Absatzes noch andauernde Bewegung des Erzkörpers erkennen. Nach Abschluß der Bildung beider erfolgten nur noch schwache Bewegungen, wiederum tritt vornehmlich jüngerer Ankerit mit Siderit in einem System von Klüften durch die Pyrit-Sphalerit-Chalcopyrit-Masse auf. Diese jüngsten Ankeritklüfte sind an ihren Salbändern von Galenitpartien begleitet. Vor allem der Sphalerit ist überall von diesen Ankeritklüften, welche häufig bis zur makroskopischen Sichtbarkeit anwachsen, durchzogen. Eine Lösung des Sphalerit erfolgte zugleich in ausgiebiger Weise, so daß der Ankerit stellenweise von dichtgedrängten, gerundeten Sphaleritpartien erfüllt ist. Inmitten der Ankeritzüge finden sich linsenförmig anschwellende Sideritpartien, in denen, ebenso wie im Ankerit, Pyritreste vorhanden sind. Der Galenit ist von Klüften ausgehend in ausgiebiger Weise Blendezügen gefolgt, bei seiner Ausscheidung kam es zu einer starken Verdrängung von Sphalerit, die sich an der Reaktionsgrenze bis zum Auftreten von Zügen allerfeinster Resorptionsreste steigern konnte (Fig. 2 oben).

Angeätzter Galenit ließ keine Silberträger in ihm hervortreten. Würfelausrisse der Bleiglanzanschliffe zeigen, wenn überhaupt, nur geringe Deformation dieses weichen, nachgiebigen Sulfids.

Die Bildung der Kiesstöcke von Agordo.

Die Feststellungen der Abhängigkeit der Form des Hauptkiesstockes von Agordo von der Tektonik und die erzmikroskopische Untersuchung seiner Erze führte zu den folgenden Ergebnissen.

1. Die Erze zeigen eine Phasenvererzung, welche für hydrothermale Erzlagerstätten bezeichnend ist. Die Temperatur der vererzenden Therme ist in der Cassiderit-Quarz I-Pyrit- und in der Quarz II-Arsenopyritphase wohl eine hohe, perimagmatische, gewesen, sie ist jedoch zur Zeit der Sphalerit-Quarz III-Phase schon eine herabgesetzte

gewesen und hat sodann während der Bildung von Ankerit mit primär unverzwillingtem Chalcopyrit und in der Phase des Galenits eine bedeutende Erniedrigung erfahren. Das gänzliche Fehlen von Sulfo-Antimon- und Sulfo-Arsen-Verbindungen spricht auch für geringe Temperatur der Therme zur Zeit der letzten Vererzungsphasen.

2. Der Nachweis des bisher in den Erzen von Agordo unbekannt gebliebenen Cassiderit im Quarz I spricht dafür, daß die vererzende Therme ein Abkömmling granitischen Magmas gewesen ist. Unter Vorausnahme der bisher von mir in anderen Erzlagerstätten Südtirols gemachten, noch nicht veröffentlichten Befunde ebenfalls von Zinn- und Wolframerzen, vom Kiesstock von Agordo über die Lagerstätten von Canale S. Bovo, Transaqua bei Priemero, Fontan südlich San Martino di Castrozza bis zu der bekannten, von Granigg[1] schon in schlüssiger Form mit dem Aufbruch des Granitmagmas von Predazzo in genetischem Zusammenhang gebrachten Wo-Cu-Lagerstätte von Bedovina auf dem Monte Mulatto bei Predazzo, kann auch der Kiesstock von Agordo nunmehr in genetische Verbindung mit dem Granitmagma von Predazzo gebracht werden.

3. Der Kiesstock von Agordo hat während seiner Vererzung — besonders nach der Pyrit-Cassiderit und der Arsenopyritphasen — eine überaus starke Zertrümmerung erfahren. Diese Zertrümmerung, welche den ganzen großen Kiesstock erfaßte und bis zur feinsten Zerbröselung des Erzes führte, kann nur durch sehr starke tektonische Bewegung des Erzes erklärt werden. Die Bewegung kann nur mit tektonischen Bewegungen in Zusammenhang gebracht werden, welche in die Bewegungsphase der unmittelbar südlich durchstreichenden östlichen Auslängung der Val-Sugana-Überschiebung einzuordnen ist. Die Form der Lagerstätte wird durch das mehr oder minder widerständig gegen die Bewegung ausgebildete Widerlager des im S gelegenen Triasgebirges bedingt. Dort, wo nachgiebige Werfener Schiefer mit Gips- und Salzlager vorhanden waren, wurde der Kiesstock zu größerer Mächtigkeit angeschoppt, dort, wo diese fehlen und die harten Bänke des anisischen Kalkes nahe sind, ist das Kieslager zu geringer Mächtigkeit ausgequetscht. Diese Deformation des ursprünglich als Lagergang abgesetzten Kieslagers wurde dadurch erleichtert, daß der Pyrit und Quarz in weichen Tonschiefern eingeschaltet wurden. Der K-Gehalt der granitischen Therme führte in der Umgebung des Kiesstockes zu ausgiebiger Serizitisierung der Schiefer. Im »Matton« erfolgte diese gleichzeitig mit dem Absatz von Pyrit.

Erst nach dieser vollkommenen Deformation wanderten Sphalerit, sodann in zunehmendem Ausmaß Chalcopyrit, letzterer schon mit ankeritischer Gangart in das zertrümmerte Pyriterz ein. Bis in die letzten Phasen des Absatzes des Chalcopyrits haben immer noch Bewegungen angehalten, erst nach dem Absatz des Galenits sind die tektonischen Bewegungen völlig zum Abschluß gekommen.

[1] Die turmalinführende Kupferkies-Scheelitlagerstätte am Monte Mulatto bei Predazzo. Zeitschr. f. prakt. Geologie, *21*, 1913.

Wären der Chalcopyrit und der Galenit sowie die mit ihnen gebildeten Gangarten von stärkerer tektonischer Bewegung erfaßt worden, so wäre die Struktur dieser Erze und ihr gegenseitiger Verband ein völlig anderer. Huttenlocher[1] hat vorzügliche Darstellungen von Schweizer Lagerstätten gegeben, in denen diese Sulfide noch von tektonischen Bewegungen ergriffen worden sind. Auch O. Friedrich[2] hat solche Strukturen in tektonisch bewegten Zügen der zumeist unbewegten Erzlagerstätten von Schladming in Steiermark beschrieben. Unter Vorausnahme späterer Veröffentlichungen kann ich in diesem Zusammenhang auch schon darauf verweisen, daß auch die eingangs erwähnten Kiesstöcke von Tessenberg—Panzendorf in Osttirol ebenfalls Sphalerit-Chalcopyrit und Galenit in Strukturen aufweisen, welche nicht nur intensive Durchbewegung, sondern auch Umlagerung und Umlösung beweisen.

4. Durch die vorstehenden Beobachtungen an den Erzen des Kiesstockes von Agordo in Verbindung mit denjenigen an anderen sulfidischen Lagerstätten Südtirols, welche Sn und Wo führen, erscheint nunmehr die letzte Bewegungsphase an der Val-Sugana-Überschiebung als zeitliches Äquivalent des Abschlusses der magmatischen Eruptivphasen von Predazzo—Monzoni, als zeitliches Äquivalent des Aufstieges des Predazzo-Granits. Nach den von Suess und Diener[3] gemachten Beobachtungen bei Strigno an der Val-Sugana-Überschiebung ist diese Bewegung am Ende des Miocäns erfolgt. Dieses Alter müssen wir nunmehr aber auch dem Granitaufbruch von Predazzo geben. Die älteren Phasen der Vererzung des Kiesstockes von Agordo müssen ebenfalls ins jüngste Miocän, die späteren Phasen in die Zeitwende zum Pliocän gefallen sein.

5. Damit würde die Vererzung zahlreicher sulfidischer Erzlagerstätten der Südalpen ein zeitliches Äquivalent der zentralalpinen Tauernvererzung sein. Die große Übereinstimmung der Phasenfolge der Erze im Kiesstock von Agordo und derjenigen in den Tauern ist aus einem Vergleich der in dieser Abhandlung niedergelegten Beobachtungen mit jenen, welche ich kürzlich über die Tauernerze veröffentlicht habe,[4] leicht zu entnehmen. Für den näheren Vergleich der zentral- und südalpinen Lagerstätten erscheint das Agordoerz wegen seiner Einförmigkeit viel weniger geeignet als andere Südtiroler Lagerstätten, vor allem der von Fontan südlich San Martino di Castrozza, welche durch das Auftreten einer ganz erstaunlich großer Anzahl von verschiedensten Erzen ausgezeichnet ist. Auf einen solchen Vergleich soll daher erst in späteren Veröffentlichungen eingegangen werden.

---

[1] Die Blei-Zink-Lagerstätten von Goppenstein. Beiträge z. Geologie d. Schweiz, XVI, 2, 1931.

[2] Silberreiche Blei-Zinkerz-Lagerstätten in den Schladminger Tauern usw. Berg- und Hüttenm., Jahrb., Wien, *81*, 1933.

[3] Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebietes, 1903, p. 526f.

[4] Vererzung und Wanderung des Goldes in den Erzen der Hohen-Tauern-Gänge. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, Abt. I, *142*, 1933.